Ueber die Anwendung physikalischer Methoden zur Beurtheilung von Bier.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde

einer

hohen philosophischen Fakultät

der

K. Bayr. Friedrich-Alexanders-Universität zu Erlangen

vorgelegt von

Joseph Regensburger

aus Feuchtwangen.

Druck von I. Katz, Mannheim.

1893.

Ueber die Anwendung physikalischer Methoden zur Beurtheilung von Bier.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde

einer

hohen philosophischen Fakultät

der

K. Bayr. Friedrich-Alexanders-Universität zu Erlangen

vorgelegt von

Joseph Regensburger

aus Feuchtwangen.

Druck von I. Katz, Mannheim.

Es sei mir an dieser Stelle gestattet, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. Beckmann, auf dessen Anregung und unter dessen freundlicher Unterstützung diese Arbeit entstanden ist, meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41535711_0207

Die allgemeinere Anwendung der physikalischen Methoden in der Chemie findet erst in neuester Zeit statt. Neben der Dampfdichte-Bestimmung von V. Meyer, der Spektralanalyse, der Polarisation etc., hat sich am meisten Raoults Gefriermethode, zur Bestimmung des Molekulargewichtes anorganischer und organischer Substanzen, in den Laboratorien eingebürgert.

Die ersten Anfänge dieser Methode reichen weit zurück. Schon vor 100 Jahren sind von Blagden[1]) die Gesetze erkannt worden, nach welchen aufgelöste Stoffe die Temperatur des Erstarrens des Lösungsmittels ändern, indem er feststellte, dass die Gefrierpunkte wässeriger Lösungen desselben Stoffes proportional der aufgelösten Menge unter den des Wassers herabgedrückt werden. Blagden's Arbeit gerieth jedoch vollständig in Vergessenheit, sodass im Jahre 1861 Rüdorff dieselbe Entdeckung noch einmal machte. Erst 1871 wies Coppet auf Blagden's Arbeit hin.

Unbekannt mit dieser Arbeit nahm Rüdorff[2]) denselben Gegenstand wieder auf und fand gleichfalls Proportionalität zwischen Gefrierpunktserniedrigung und Salzgehalt. 10 Jahre später setzte Coppet diese Untersuchungen fort. Er bezog die Temperaturerniedrigung nicht mehr, wie Rüdorff, auf gleiche Salzmengen, sondern auf solche, die in molekularen Verhältnissen stehen. Er fand die molekulare Gefrierpunktserniedrigung bei analogen Salzen gleich gross, also Lösungen, deren Gehalt im Verhältniss der Molekulargewichte der aufgelösten Salze steht, gefrieren nahezu bei gleicher Temperatur.

In neuerer Zeit ist das Wesen der molekularen Gefrierpunktserniedrigung in ausgiebigster Weise von Raoult untersucht worden. Er stellte zunächst seine Versuche mit organischen Substanzen in wässeriger Lösung an und es ergab sich, dass für dieselben die molekulare Gefrierpunktserniedrigung gleichfalls nahezu constant war.

Die einfachen Beziehungen zwischen dem Molekulargewicht und der Erniedrigung des Gefrierpunktes geben ein sehr be-

[1]) Wied. Ann. 39, 1. 1890.
[2]) Pogg. 114. 63. 1861, 145, 599. 1871.

quemes Mittel ab, um die Molekulargrösse gelöster Stoffe zu ermitteln. Trotzdem Raoult noch besonders auf diese Anwendung hingewiesen hatte, blieben seine Arbeiten in der ersten Zeit doch unbeachtet und es dauerte noch mehrere Jahre, bis die Methode zu allgemeinerer Anwendung gelangte.

Die Anwendungen der Gefriermethode zur Bestimmung von Molekulargewichten beginnen erst mit dem Jahre 1888 sich zu mehren. Bald darauf wiesen V. Meyer und Auwers [1]) auf die Nützlichkeit der Gefriermethode hin und letzterer beschrieb eine entsprechende Versuchsanordnung. Das Gleiche thaten Hollemann [2]), Hentschel [3]) und Beckmann [4]). Letzterer besonders führte die Gefriermethode in die Chemie ein, und er construirte zugleich für dieselbe einen sehr praktischen, leicht zu handhabenden Apparat [5]), der gegenwärtig in vielen Laboratorien zu finden ist.

Bis jetzt hat die Gefriermethode blos in der allgemeinen Chemie Anwendung gefunden, nicht aber in der angewandten Chemie zur Analyse von Nahrungs- und Genussmitteln, besonders von alkoholischen Flüssigkeiten.

Zwar hat F. M. Raoult [6]) schon im Jahre 1880 Versuche über die Gefrierpunkte von Mischungen von Wasser mit absolutem Alkohol angestellt, aber er hat die Untersuchungen hierüber seitdem nicht weiter fortgesetzt. Seine Versuche führten zu folgender Tabelle:

Gefrierpunkt der Mischung.	Gew. des Alkohols auf 100 g Wasser.	Volumprocente des Alkohols.
— 0,5	1,32	1,6
— 1,0	2,65	3,2
— 1,5	3,97	4,8
— 2,0	5,50	6,3
— 2,5	6,62	7,8
— 3,0	7,95	9,2
— 3,5	9,27	10,6
— 4,0	10,60	11,8
— 5,0	13,00	14,2
— 6,0	15,30	16,4
— 7,0	17,80	18,7
— 9,0	21,90	21,9
— 10,0	23,60	23,3
— 12,0	27,60	26,4
— 14,0	31,30	29,1
— 18,0	39,0	33,8
— 20,0	42,8	36,1
- - 22,0	46,6	38,3

[1]) Ber. 21. 536 u. 701. 1888. [2]) Ber. 21. 1860, 1888. [3]) Z. f. ph. Ch. II. 306. 1888. [4]) Z. f. ph. Ch. II. 638. 1888. [5]) Z. f. ph. Ch. II. [6]) J. B. 1880.

Er fand: Für die Mischungen, welche bis zu 10 g Alkohol auf 100 g Wasser enthalten, fällt der Gefrierpunkt um 0,377° für je 1 g Alkohol. Für die Lösungen, die 10—24 g Alkohol auf 100 g Wasser enthalten, sinkt der Gefrierpunkt unregelmässig. Für die Lösungen von 24—51 g Alkohol auf 100 g Wasser sinkt er um 0,528° für jedes Gramm Alkohol. Bei den Lösungen, die mehr als 50 g Alkohol auf 100 g Wasser enthalten, ist keine Regelmässigkeit mehr zu beobachten.

Die folgende Tabelle zeigt die Gefrierpunkte einiger gegohrener Flüssigkeiten, die ebenfalls Raoult[1]) feststellte.

	Alkohol %	Gefrierpunkt.	Gefrierpunkt des Gemisches von Wasser und Alkohol mit demselben Procentsatz.
Aepfelwein	4,8	— 2,0	— 1,5
Bier	6,3	— 2,8	— 2,8
Gewöhnl. Rothwein .	6,8	— 2,7	— 2,2
Gewöhnl. Weisswein	7,0	— 3,0	— 2,3
Rother Bordeaux . .	11,8	— 5,2	— 4,0
Rother Burgunder .	13,1	— 5,7	— 4,5
Marsala	20,7	— 10,1	— 8,1

Der Unterschied dieser Gefrierpunkte von denen der Mischungen von Wasser und Alkohol, bedingt durch die in Lösung befindlichen Säuren und Salze, wächst proportional mit der Menge des Alkohols und zwar für 1 % Alkohol um 0,1°.

Nicht weniger als die Gefriermethode wird jetzt auch die Bestimmung der Leitfähigkeit der Elektrolyte angewendet, nachdem Ostwald gezeigt hat, dass dieselbe sich vorzüglich eignet, Säuren, Basen und Salze in ihren wässerigen Lösungen näher zu charakterisiren.

Auf Veranlassung meines hochverehrten Lehrers, des Herrn Professors Dr. Beckmann, unternahm ich es, die vorerwähnten Methoden auch in der angewandten Chemie, bei der Bieranalyse zu benutzen, um mit Hilfe derselben den Alkohol, das mittlere Molekulargewicht des Extraktes, das Dextrin und die Leitfähigkeit der im Bier enthaltenen Säure und Salze zu bestimmen.

[1]) J. B. 1880.

Experimenteller Theil.

Bestimmungen mit der Gefriermethode.

Die Versuche wurden mit dem Beckmann'schen Apparate [1]) ausgeführt.

Das Thermometer, das zur Anwendung kam, war in 100stel Grade getheilt und es konnten mit Hilfe einer Loupe die 1000stel Grade ganz genau geschätzt werden.

Die Ausführung eines Versuches ging folgendermassen vor sich:

In das äussere Gefäss kam Wasser, Eis und Kochsalz. Das tubulirte Gefäss wurde zuerst mit Wasser beschickt, unter lebhaftem Rühren das Erstarren bewirkt und der Gefrierpunkt so genau bestimmt. Nachdem das Wasser wieder entfernt war, brachte man in das Gefrierglas die zu bestimmende Flüssigkeit. Dieselbe kühlte man durch direktes Eintauchen des Gefrierglases in die Kühlflüssigkeit und unter beständigem Rühren bis in die Nähe des Erstarrungspunktes ab und setzte dann das Gefäss wieder in den Luftmantel. Das Thermometer fiel langsam bis einige Zehntel Grade unter den Erstarrungspunkt. Bei fortgesetztem gleichmässigen Rühren begann plötzlich das Thermometer schnell, dann immer langsamer zu steigen, und stellte sich dann an einem Punkte ein, den es längere Zeit inne behielt. Dieser Punkt wurde nun als der Gefrierpunkt abgelesen. Die Versuche wurden alle mehrere male wiederholt.

Um jedesmal genaue Resultate und eine gleichmässige Eisabscheidung zu erzielen, wurde zum Einleiten des Gefrierens der ebenfalls von Beckmann [2]) empfohlene sog. Impfstift verwendet.

Zunächst wurden die Gefrierpunkte verschieden procentiger Alkohollösungen festgestellt und zu einer Tabelle vereinigt,

[1]) Z. f. ph. Ch. II. 638.
[2]) Z. f. ph. Ch. II. 638.

um so an der Hand derselben später beim Bier aus der durch den Alkohol bewirkten Gefrierpunktserniedrigung den Procentgehalt an Alkohol berechnen zu können.

Die Lösungen wurden mit wasserfreiem Alkohol auf folgende Weise hergestellt.

Zu dem im Gefrierglase befindlichen Wasser, als Lösungsmittel, wurde durch die seitliche Oeffnung des Gefässes mittelst einer Sprengel-Ostwald'schen Pipette, die mit einem Chlorcalcium-Rohr verbunden war, mehrmals Alkohol zugetropft, derselbe immer zurückgewogen, und nach jedesmaligem Zutröpfeln der Gefrierpunkt bestimmt.

Der wasserfreie Alkohol wurde erhalten: durch längeres Kochen des im Laboratorium vorhandenen absoluten Alkohols mit Baryumoxyd und Aetzkalk am Rückflusskühler und darauf folgende Abdestillation desselben. Die Versuche ergaben folgende Tabelle:

g. Lösungsm.	Angew. Alkohol.	In 100 H_2O gelöst.	Gew. %	Vol.-Gew. %	Erniedrigung.	Molg.
19,505	0,135	0,69	0,687	0,686	0,272	48,3
	0,287	1,47	1,44	1,43	0,595	47
	0,474	2,43	2,37	2,36	0,974	47,4
	0,637	3,26	3,15	3,13	1,31	47,3
	0,827	4,23	4,06	4,03	1,701	47,3
	1,037	5,31	5,04	4,99	2,123	47,5
	1,243	6,37	5,99	5,92	2,540	47,6
	1,453	7,44	6,92	6,84	2,965	47,7
	1,607	8,23	7,6	7,5	3,268	47,9

Da jedoch die nach dieser Tabelle berechneten Alkoholgehalte nicht gut übereinstimmten mit den durch den Pyknometer ermittelten Procenten — mag nun der Alkohol bei Fertigung obenerwähnter Lösungen nicht vollständig wasserfrei gewesen oder beim Zutröpfeln des Alkohols etwas im Gefrierglas hängen geblieben sein — so wurden, um noch eine genauere Tabelle zur Hand zu haben, der Gehalt von verschiedenen Alkohollösungen mit dem Pyknometer ermittelt und deren Gefrierpunkte festgestellt. Der Pyknometer wurde genau bei 15° C. mit den Lösungen gefüllt und auch bei dieser Temparatur gewogen. Die dem spec. Gewicht entsprechenden Alkoholprocente fanden sich in der Baumhauer-Holzner'schen Tabelle.[1])

[1]) Koenig, Nahrungsmittel.

Man erhielt nun folgende Zahlen:

Gew. %	Vol.-Gew. %	Erniedrigung.	Molg.
1,55	1,54	0,621	48,1
4,01	3,98	1,597	49,4
4,31	4,27	1,735	49,3
4,66	4,63	1,865	49,1
5,75	5,69	2,34	49,2
6,27	6,21	2,475	51,1
7,56	7,51	3,004	51,4

Die Vol.-Gew.-Procente ergaben sich durch Multiplikation der Gew.-Procente mit dem spec. Gewicht dieser Lösungen.

Nach dieser Tabelle wurden nun später alle Alkoholgehalte berechnet.

Nach Erledigung der Alkoholtabelle schritt man zur Bestimmung des mittleren Molekulargewichtes des Bierextraktes. Zu diesem Zwecke wurden eine Anzahl Portionen Bier, zu je 50 ccm, auf dem Wasserbade bis zu einem Drittheil abgedampft, nach dem Erkalten auf das ursprüngliche Volum gebracht und in diesen Flüssigkeiten dann die Gefrierpunktserniedrigung bestimmt.

Der Extraktgehalt des Bieres wurde vorher nach der üblichen quantitativen Methode festgestellt. Zur Anwendung kamen Hellwig's und Niklas' Bier von Erlangen.

Berechnet wurde das Molekulargewicht nach der Formel:

$$M = \frac{\% \times \text{Const.}}{\text{Erniedrg.}}$$

Hellwig's Bier. Extrakt: 6,85 %.

Gefrierpunkt. Wasser.	Gefrierpunkt des Extraktes.	Erniedrigung.	Molg.
3,209	2,897	0,312	417,1
	2,895	0,314	414,4
	2,904	0,305	426,7
	2,889	0,320	406,7
	2,887	0,322	404,1
	2,897	0,312	407,1
	2,888	0,321	405,4
	2,891	0,318	409,2

Von diesen Versuchen wurde das Mittel genommen. Man erhielt nun als mittlere Gefrierpunktserniedrigung 0,315° und ein mittleres Molekulargewicht von 412,5.

Niklas' Bier. Extrakt: 6,5 %.

Gefrierpunkt. Wasser.	Gefrierpunkt des Extraktes.	Erniedrigung.	Molg.
3,014	2,710	0,304	406,2
	2,707	0,307	402,2
	2,712	0,302	408,9
	2,713	0,301	410,2
	2,715	0,299	413
	2,715	0,299	413
	2,712	0,302	408,9
	2,711	0,303	407,5

Mittlere Gefrierpunktserniedrigung: 0,302°. Mittleres Molekulargewicht: 408,7.

Da man nun annehmen könnte, dass sowohl die durch den Alkohol, als auch die durch den Extrakt bewirkte Erniedrigung zusammen genommen, die Gesammterniedrigung des Bieres geben müsste, so wurden nach dieser Richtung hin Versuche angestellt, um zu sehen, ob auch diese Annahme nicht täuschte.

Das Bier wurde durch Ausschütteln oder durch kurzes Kochen am Rückflusskühler vollständig von Kohlensäure befreit und hierin dann die Gesammterniedrigung bestimmt. Zur Feststellung der Erniedrigungen durch Alkohol und Extrakt wurden 100 ccm Bier durch Destillation vom Alkohol befreit und sowohl dieses alkoholische Destillat, als auch der Extrakt-Rückstand wieder auf 100 ccm aufgefüllt, und beide Lösungen zum Gefrieren gebracht.

Schon beim ersten Versuche erwies sich die Annahme als nicht zutreffend, denn es ergab sich zwischen der Gesammterniedrigung des Bieres und der Erniedrigung aus Alkohol und Extrakt zusammen eine Differenz von + 0,216°. Zur Controle wurden die Versuche noch zweimal wiederholt, man erhielt aber wieder eine Differenz von 0,215° und 0,239°.

In der Meinung nun, dass die hier auftretende Differenz der Erniedrigung vielleicht ihren Grund in einer möglicherweise stattfindenden Veränderung des Extraktrückstandes haben könne, welche bei der Abdestillation des Alkohols durch die angewandte hohe Temperatur eintritt, so wurden 50 ccm Bier im Vacuum bei 40—42° bis zu einem Dritteil abgedunstet, auf das ursprüngliche Volum aufgefüllt und hierin die Gefrierpunktserniedrigung festgestellt. Aber auch hier ergab sich die erwähnte Differenz. Dieser Extraktrückstand wurde mehrmals gekocht und immer wieder auf das frühere Volum aufgefüllt.

Die Gefrierpunktserniedrigung blieb jedesmal constant. Auch nach längerem Stehenlassen in der Kälte zeigte sich keine Mehrung der Erniedrigung.

Da nun sowohl bei der Abdestillation des Alkohols bei hoher Temperatur, als auch bei der Abdunstung desselben bei niedriger Temperatur, die Differenz in der Erniedrigung des Extraktes auftrat, so musste man den Grund derselben wo anders suchen.

Bei der Abdestillation des Alkohols, wie auch beim Abdunsten desselben im Vacuum, schieden sich nämlich zahlreiche Stoffe aus, welche nur die Differenz herbeiführen konnten. Diese ausgeschiedenen Substanzen wurden für Eiweissstoffe gehalten.

Um ganz sicher zu sein, dass diese Stoffe wesentlich die Schuld an der Differenz in der Gefrierpunktserniedrigung tragen und ob nicht vielleicht der Alkohol bei Gegenwart von Dextrin und Maltose die Erniedrigung in dem beobachteten Betrage vermehre, wurden mehrere Portionen Bier, zu je 50 ccm, auf dem Wasserbade in Platinschaalen verdampft und das Extrakt im Trockenschranke bei 90° mehrere Stunden getrocknet. Ein Theil Extrakt wurde sodann in Wasser, der andere in 4% Alkohol aufgelöst und von diesen Lösungen die Gefrierpunktserniedrigung, die der Extrakt hervorruft, bestimmt, nachdem schon vorher von den beiden Lösungsmitteln der Gefrierpunkt festgestellt worden war. Aber bei beiden Lösungen ergab sich kein erheblicher Unterschied in der Gefrierpunktserniedrigung, nur, dass bei der alkoholischen Extraktlösung die Erniedrigung um 2—4 Hundertstel Grade mehr betrug als bei der wässerigen. Der Unterschied war so gering, dass er hier ausser Betracht gelassen werden konnte. Die erhaltenen Zahlen bei beiden Versuchen will ich hier anführen.

	I.		II.	
	Gefrierpunkt.	Erniedrigung.	Gefrierpunkt.	Erniedrigung.
Wasser	3,815		3,815	
4% Alkohol . . .	2,140		2,140	
Wässerige Extraktlösung . .	3,550	0,265	3,545	0,270
Alkoholische Extraktlösung . .	1,840	0,300	1,850	0,290

Es übt also, wie wir sehen, der Alkohol bei Gegenwart von Maltose und Dextrin auf diese Körper keinen so grossen

Einfluss aus, dass vielleicht hierin der Grund für die auftretende Differenz der Gefrierpunktserniedrigung hätte gesucht werden können.

Mit allen diesen Versuchen ist wohl zur Genüge bewiesen, dass hauptsächlich die bei der Abdestillation des Alkohols sich ausscheidenden Stoffe die Ursache seien der Differenz zwischen der Gesammterniedrigung des ursprünglichen Bieres und der Erniedrigung aus dem Alkoholdestillate und Extraktrückstande zusammen.

Zur Feststellung, ob die bei der Abdestillation des Alkohols sich abscheidenden Stoffe wirklich Eiweisskörper seien, wurden sie einer näheren Untersuchung unterzogen.

Zu diesem Zwecke wurden ca. 2—3 Liter Bier auf dem Wasserbade bis zu einem Drittheile verdampft, die ausgeschiedenen Stoffe abfiltrirt und im Trockenschranke bei 90° längere Zeit getrocknet. Ein Theil der Substanz wurde nun mit metallischem Natrium geschmolzen, die Schmelze mit Wasser ausgelaugt und das Filtrat mit einer etwas Eisenoxyd enthaltenden Eisenoxydulsalzlösung und Salzsäure versetzt. Nach kurzer Zeit entstand ein feiner Niederschlag von Berlinerblau, welche Reaktion die Anwesenheit von Stickstoff anzeigte. Es war somit also erwiesen, dass die vorliegenden Stoffe Proteinkörper waren.

Die vorgenommene quantitative Bestimmung dieses Stickstoffs wurde nach der Methode von Kjeldahl ausgeführt.

100 ccm Bier wurden, wie oben, bis zu einem Drittheile verdampft, die ausgeschiedenen Stoffe auf einem Filter gesammelt, getrocknet und gewogen. Der getrocknete Niederschlag wurde sammt dem Filter in ein Rundkölbchen gebracht, mit 20 ccm Phosphor-Schwefelsäure und einigen Tropfen metallischen Quecksilbers übergossen und anfangs gelinde, später bis zum Sieden erhitzt und zwar so lange, bis die Flüssigkeit farblos geworden ist. Nach dem Erkalten wurde mit Wasser verdünnt, die Flüssigkeit in einen Erlenmeyerschen Destillationskolben gespült, mit Kalilauge alkalisch gemacht und etwas Schwefelkaliumlösung zugesetzt. Das gebildete Ammoniak wurde sodann unter Vorlage von 15 ccm Normalschwefelsäure unter Eintauchen in dieselbe abdestillirt und mit Normalkalilauge zurücktitrirt. Um ein genaues Resultat zu erhalten, wurde der letzte Rest der Säure mit $^1/_{10}$ Normalkalilauge titrirt. Vorgelegt wurden 15 ccm Normalschwefelsäure, verbraucht wurden bei der Zurücktitrirung 14,7 ccm Normalkalilauge, so wurden mithin 0,3 ccm Schwefelsäure vom gebildeten Ammoniak gesättigt. Da nun ein Cubikcentimeter

Schwefelsäure 0,014 Stickstoff entspricht, so waren in der ausgeschiedenen Substanz 0,0042 g Stickstoff vorhanden. Rechnet man dieses in Procenten der ausgeschiedenen Substanz aus, so erhält man, da 0,103 g Substanz angewendet wurden, 4,07 % Stickstoff. Multiplicirt man diesen Stickstoff mit dem Faktor 6,25, so bekommt man den Proteinstickstoff. Es ist also in diesem Falle in der ausgeschiedenen Substanz 25,43 % Proteinstickstoff enthalten.

Ob nun die vorerwähnte Differenz auch bei anderen Bieren — es diente bisher Hellwig's Bier als Versuchsobjekt — sich zeigt, um das zu erfahren, wurden noch mehrere Biere daraufhin untersucht, deren Resultate ich hier anführen will.

Mit diesen Versuchen wurde natürlich gleichzeitig die Bestimmung des Alkohols, sowohl nach der Gefriermethode, als auch mit dem Pyknometer, verbunden.

Hellwig's Bier. I. **Extrakt: 6,85 %.**

	Gefrierpunkt.	Erniedrigung.	% Alkohol. Gefriermethode.	% Alkohol. Pyknometer.
Wasser	2,938			
Bier	1,037	1,901		
Abdestillirter Alkohol	1,580	1,358	3,27	3,30
Extrakt	2,611	0,327	Differenz 0,216 °.	
		II.		
Wasser	3,045			
Bier	0,950	2,095		
Abdestillirter Alkohol	1,490	1,555	3,76	3,76
Extrakt	2,720	0,325	Differenz 0,215 °.	
		III.		
Wasser	2,995			
Bier	0,958	2,037		
Abdestillirter Alkohol	1,477	1,518	3,73	3,76
Extrakt	2,715	0,280	Differenz 0,239 °.	

Mittlere Differenz 0,223 °

Niklas' Bier. I. **Extrakt 6,5 %.**

	Gefrierpunkt.	Erniedrigung	% Alkohol. Gefriermethode.	% Alkohol. Pyknometer.
Wasser	2,755			
Bier	0,470	2,285		
Abdestillirter Alkohol	1,048	1,707	4,20	4,24
Extrakt	2,455	0.300	Differenz 0,278 °.	

II.

Wasser	2,735			
Bier	0,475	2,260		
Abdestillirter Alkohol	1,020	1,715	4,22	4,24
Extrakt	2,440	0,295	Differenz 0,250 °.	

III.

Wasser	2,730			
Bier	0,470	2,260		
Abdestillirter Alkohol	1,010	1,720	4,23	4,24
Extrakt	2,430	0,300	Differenz 0,240 °.	

Mittlere Differenz 0,256 °.

Erich's Bier. I. **Extrakt 5,60 %.**

	Gefrierpunkt.	Erniedrigung.	% Alkohol. Gefriermethode.	% Alkohol. Pyknometer.
Wasser	2,720			
Bier	0,390	2,330		
Abdestillirter Alkohol	0,890	1,830	4,50	4,48
Extrakt	2,455	0,265	Differenz 0,235 °.	

II.

Wasser	2,725			
Bier	0,375	2,350		
Abdestillirter Alkohol	0,900	1,825	4,49	4,48
Extrakt	2,453	0,272	Differenz 0,253 °.	

Mittlere Differenz 0,244 °.

Reiff's Bier. I. **Extrakt 5,95%.**

	Gefrierpunkt.	Erniedrigung.	% Alkohol. Gefriermethode.	% Alkohol. Pyknometer.
Wasser	2,690			
Bier	0,610	2,080		
Abdestillirter Alkohol	1,120	1,570	3,81	3,80
Extrakt	2,400	0,290	Differenz 0,220°.	

II.

Wasser	4,220			
Bier	2,135	2,085		
Abdestillirter Alkohol	2,680	1,540	3,78	3,80
Extrakt	3,930	0,290	Differenz 0,255°.	

Mittlere Differenz 0,238°.

Bock-Bier (Hellwig). I. **Extrakt: 9,9%**

	Gefrierpunkt.	Erniedrigung.	% Alkohol. Gefriermethode.	% Alkohol. Pyknometer.
Wasser	4,225			
Bier	1,515	2,710		
Abdestillirter Alkohol	2,397	1,828	4,49	4,48
Extrakt	3,765	0,460	Differenz 0,422°.	

II.

Wasser	4,110			
Bier	1,415	2,695		
Abdestillirter Alkohol	2,265	1,845	4,54	4,48
Extrakt	3,655	0,455	Differenz 0,395°.	

Mittlere Differenz 0,408°.

Lichtenhainer. I. **Extrakt: 4,15 %.**

	Gefrierpunkt.	Erniedrigung.	% Alkohol. Gefriermethode.	% Alkohol. Pyknometer.
Wasser	5,587			
Bier	4,295	1,292		
Abdestillirter Alkohol	4,750	0,837	2,05	2,00
Extrakt	5,300	0,287	Differenz 0,168°.	

II.

Wasser	5,555			
Bier	4,195	1,360		
Abdestillirter Alkohol	4,665	0,890	2,19	2,16
Extrakt	5,270	0,285	Differenz 0,185°.	

Mittlere Differenz 0,176°.

Pale Ale. I. **Extrakt: 4,75 %.**

	Gefrierpunkt.	Erniedrigung.	% Alkohol. Gefriermethode.	% Alkohol. Pyknometer.
Wasser	4,200			
Bier	1,017	3,183		
Abdestillirter Alkohol	1,725	2.475	6,01	5,85
Extrakt	3,890	0,310	Differenz 0,398°.	

II.

Wasser	4,177			
Bier	1,035	3,142		
Abdestillirter Alkohol	1,700	2,477	6,01	5,85
Extrakt	3,870	0,307	Differenz 0,358°.	

Mittlere Differenz 0,378°.

Porter. I. **Extrakt: 8,07 %.**

	Gefrierpunkt.	Erniedrigung.	% Alkohol. Gefriermethode.	% Alkohol. Pyknometer.
Wasser	3,060			
Bier (verd.) . . .	1,395	3,330		
Abdestillirter Alkohol	0,375	2,685	6,52	6,40
Extrakt	2,600	0,460	Differenz 0,185 °.	

II.

Wasser	3,060			
Bier (verd.) . . .	1,400	3,320		
Abdestillirter Alkohol	0,370	2,690	6,53	6,40
Extrakt	2,590	0,470	Differenz 0,160 °.	

Mittlere Differenz 0,172 °.

Aus den vorstehenden Versuchen ergibt sich also, dass die Differenz der Erniedrigung bei allen Bieren auftritt, und zwar beträgt sie bei unseren gewöhnlichen Schenkbieren 0.2 bis 0,3 °, während sie bei den extraktreichen Bieren, wie Bockbier, eine viel höhere ist. Eine Abweichung hievon machen jedoch die englischen Biere Pale Ale und Porter. Bei Pale Ale, das gleich dem Lichtenhainer gering extrakthaltig ist, sollte man eine niedrige, dagegen bei dem extraktreichen Porter eine hohe Differenz voraussetzen. Es ist aber bei beiden Bieren gerade umgekehrt, indem Pale Ale eine sehr hohe, dagegen Porter eine niedrige, dem Lichtenhainer gleichkommende, Differenz aufweist. Es mag diese Eigenthümlichkeit von der Brauart der englischen Biere herrühren.

Auch die durch die Gefriermethode und die mit dem Pyknometer erhaltenen Alkohol-Procente differiren bei diesen Bieren. Man nahm an, dass dies vielleicht von, bei der Abdestillation des Alkohols mit übergegangenen Säuren herrühren könne. Man titrirte nun einen Theil des Alkoholdestillates mit Normalnatronlauge, den anderen nicht, und bestimmte in beiden die Gefrierpunkte. Die Erniedrigungen waren bei beiden Flüssigkeiten wenig von einander verschieden. Es waren also doch Säuren in das Destillat übergegangen, welche die Gefrierpunktserniedrigung vermehrten, und man infolgedessen einen zu grossen Alkoholgehalt bekam. Man bestimmte

auch im Alkoholdestillate quantitativ 0,072 % Säure. Durch die bei allen Bieren sich ergebende Differenz in der Gesammterniedrigung bleibt doch die Bestimmung des mittleren Molekulargewichtes des Extraktes vollständig intakt, da das Molekulargewicht stets in alkoholfreier Lösung bestimmt und von der auftretenden Differenz nicht beeinträchtigt wird.

Dextrinbestimmung.

Bevor die eigentliche Dextrinbestimmung im Bier nach der Gefriermethode ausgeführt wurde, wurden noch einige Vorproben vorgenommen. Man wollte zunächst sehen, mit welchen Säuren sich Maltose und Dextrin am zweckmässigsten invertiren liessen, und ob die Inversion durch die Gefriermethode bestimmt werden könne. Verwendet wurden $2^1/_2$, 5 und 7procentige Maltose- und Dextrinlösungen. Die Lösungen wurden so hergestellt, dass die betreffende Substanz zu 100 ccm der sie zu invertirenden Säurelösung aufgelöst wurde. Von diesen Lösungen wurde vor dem Kochen der Gefrierpunkt bestimmt und dann sie so lange am Rückflusskühler gekocht, bis der Gefrierpunkt constant war.

Eine 1 % Milchsäurelösung kam zuerst zur Anwendung. Die Lösung wurde für sich so lange auf dem Wasserbade erhitzt, bis sie sich nicht mehr veränderte und ihr Gefrierpunkt constant blieb.

Nach 6 bis 8stündigem Kochen der Maltose und des Dextrin's mit dieser Säure war die Inversion erst so wenig vorgeschritten, dass die Erniedrigung des Gefrierpunktes nur einige Hundertstel Grade betrug. Es erwies sich demnach die Milchsäure als nicht zweckentsprechend und man griff zu einer anderen Säure, zu 1 % Weinsäurelösung. Aber auch diese Säure ist zur Inversion nicht zu empfehlen, denn nach 7stündigem Kochen lag der Gefrierpunkt nur ebenfalls um wenige Hundertstel Grade niedriger als vorher.

Nun nahm man eine zur Inversion geeignete Mineralsäure, eine 1 % Salzsäurelösung (1 ccm conc. Salzsäure zu 100 ccm Wasser). Nach dreistündigem Kochen am Rückflusskühler war die Maltose und nach vierstündigem Kochen das Dextrin vollständig invertirt, und der Gefrierpunkt bei beiden Lösungen änderte sich nicht mehr wesentlich. Der Versuch wurde auch noch mit 4 % Benzolsulfosäure ausgeführt. Diese Säure eignet sich wegen ihrer Nichtflüchtigkeit besonders gut zur Inversion.

Die Benzolsulfosäure wurde aus dem Bezolsulfochlorid dargestellt. Dasselbe wurde mit Wasser so lange am Rückflusskühler gekocht, bis es vollständig zersetzt war und die Lösung nicht mehr nach Chlor roch. Letztere wurde dann zur Syrupconsistenz abgedampft, und die erhaltene Benzolsulfosäure zur 4 % Lösung verdünnt.

Ich lasse hier die Versuche folgen:

Maltoselösung mit 1 % Salzsäure.

%	Gefrierpunkt		Erniedrigung.	Molg.
	vor dem Kochen.	nach dem Kochen.		
2½	3,660	3,515	0,145	336
5	3,500	3,210	0,290	344
7	3,120	2,713	0,407	350

Dextrinlösung mit 1 % Salzsäure.

%	Gefrierpunkt		Erniedrigung.
	vor dem Kochen.	nach dem Kochen.	
2½	3,730	3,413	0,317
5	3,805	3,170	0,635
7	3,475	2,585	0,890

5 % Maltoselösung mit Benzolsulfosäure.

	Gefrierpunkt		Erniedrigung.	Molg.
	vor dem Kochen.	nach dem Kochen.		
I.	3,230	2,950	0,280	357
II.	3,230	2,945	0,285	350

Nachdem diese Vorversuche erledigt waren, schritt man zur eigentlichen Dextrinbestimmung im Bier. 100 ccm Bier wurden durch Ausschütteln von Kohlensäure befreit, mit Natronlauge nahezu neutralisirt und der Alkohol durch Destillation entfernt. Der Destillationsrückstand wurde mit verdünnter (1 %) Salzsäure zum ursprünglichen Volum von 100 ccm aufgefüllt und hierin der Gefrierpunkt bestimmt. Sodann wurde so lange am Rückflusskühler erhitzt, bis sich die Flüssigkeit nicht mehr änderte und ihr Gefrierpunkt constant blieb.

Nach vierstündigem Erhitzen war dies erreicht. Mit Benzolsulfosäure, mit welcher der Versuch ebenfalls ausgeführt wurde, war die Inversion schon nach 3 Stunden beendet.

Bier mit 1 % Salzsäure.

	Gefrierpunkt		Erniedrigung.
	vor dem Kochen.	nach dem Kochen.	
I.	3,595	3,145	0,450
II.	3,395	2,940	0,455

Bier mit 4 % Benzolsulfosäure.

	Gefrierpunkt		Erniedrigung.
	vor dem Kochen.	nach dem Kochen.	
I.	3,075	2,615	0,460
II.	3,220	2,770	0,450

Es zeigte sich also bei der Inversion des Bieres mit 1 % Salzsäure eine Erniedrigung des Gefrierpunktes um 0,450°. Diese Erniedrigung rührt her von der durch Inversion der Maltose und des Dextrins entstandenen Dextrose.

Wird die Erniedrigung, welche der auf gewichtsanalytischem Wege gefundenen Maltose entspricht, abgezogen, so erhält man die Erniedrigung, aus welcher nach den vorstehenden Versuchen das Dextrin berechnet werden kann.

Um die Quantität der im Biere enthaltenen Maltose zu erfahren und zur Controle, ob die Bestimmung des Dextrin's nach der Gefriermethode mit der der quantitativen Methode übereinstimmt, wurde die Maltose und auch das Dextrin auf quantitativem Wege ermittelt.

Zur Maltosebestimmung wurden 50 ccm Bier entgeistet und auf 200 ccm verdünnt. 25 ccm dieses verdünnten Bieres wurden mit 50 ccm Fehling'scher Lösung kalt gemischt, dann 4 Minuten lang gekocht, das ausgeschiedene Kupferoxydul durch ein gewogenes Asbestfilterrohr abfiltrirt, mit heissem Wasser, Alkohol und Aether ausgewaschen, getrocknet, im Wasserstoffstrom mit schwacher Flamme reducirt und nach dem Erkalten gewogen. Die dem Kupfer entsprechende Maltosemenge wurde in der Tabelle II der Zuckertabellen von

E. Wein abgelesen. Man erhielt 0,108 g Cu = 0,0937 Maltose. Es sind demnach in 100 ccm Bier enthalten $\frac{0{,}0937 \,.\, 100}{6{,}25} = 1{,}49$ g Maltose.

Für die Bestimmung des Dextrins wurden 50 ccm entkohlensäuertes Bier auf 200 ccm verdünnt, mit 20 ccm Salzsäure von 1.12 spez. Gewicht 3 Stunden lang am Rückflusskühler gekocht, nach dem Erkalten mit Natronlauge nahezu neutralisirt und auf 500 ccm aufgefüllt. 25 ccm von dieser Lösung wurden dann auf die gleiche Weise behandelt wie bei der Maltosebestimmung. Die dem Kupfer entsprechende Menge Dextrose wurde in der Tabelle I der E. Wein'schen Zuckertabellen gefunden. Erhalten wurden 0,211 g Cu = 0,1084 Dextrose; demnach in 100 ccm $\frac{0{,}1084 \,.\, 100}{2{,}5} = 4{,}33$ g Dextrose.

Von dieser auf 100 ccm berechneten Gesammtdextrose kommt, wie vorhin schon erwähnt, die der Maltose entsprechende Dextrosemenge in Abzug und der Rest mit 0,9 multiplicirt ist das Dextrin.

Gefunden wurde nach der quantitativen Methode in 100 ccm:

4,33 Dextrose
1,49 Maltose,

so ist Dextrin (4,33 — [1,052 . 1,49]) . 0,9 = 2,493 g in 100 ccm.

Nach der Gefriermethode würde in 100 ccm:

1,49	Maltose erniedrigen	0,084°
2,493	Dextrin „	0,316°
	Gesammterniedrigung . .	0,400°

berechnet.

Die gefundene Erniedrigung betrug 0,450. Erst weitere Versuche, welche E. Beckmann veranlassen wird, können ergeben, ob die Resultate der Titrirung oder der Gefriermethode die richtigeren sind.

Electrische Leitfähigkeit.

Die Messungen zur Bestimmung der Leitfähigkeit der im Bier enthaltenen Salze und Säuren wurden nach der Methode von F. Kohlrausch ausgeführt, und kam der Apparat hierzu in derselben Weise zur Anwendung, wie ihn Ostwald in der Z. f. ph. Ch. III. empfahl.

Der Apparat bestand aus: Bunsen'schem Chromsäureelement, Induktionsapparat, Messbrücke, Stöpsel-Rhoeostat, Thermostat, Widerstandsgefäss und einem Hörtelephon von Ericson.

Die Versuchstemperatur war 25° und konnte man sie durch den Thermostaten immer genau auf dieser Höhe halten.

Die Messungen wurden an verschiedenen Bieren und zwar an verschiedenen Formen derselben vorgenommen, wie am Bier, wie es ist, am kohlensäure- und alkoholfreiem Bier, an den Lösungen der Aschenchloride und Aschensulfate. Die Messungen wurden auch noch ausgedehnt auf je zwei Verdünnungen dieser Flüssigkeiten, so dass man also für die unverdünnte Lösung v = 1, für die erste Verdünnung v = 2 und für die zweite Verdünnung v = 4 setzte. Die Verdünnungen wurden im Widerstandsgefässe selbst hergestellt und zwar erhielt man die erste Verdünnung v = 2, indem man zu 10 ccm der im Widerstandsgefässe befindlichen ursprünglichen Flüssigkeit aus einer genau calibrirten Pipette 10 ccm durch Einstellen in den Thermostaten auf die Versuchstemperatur vorgewärmtes destillirtes Wasser zufliessen liess. Die zweite Verdünnung v = 4 bekam man durch Herausnahme von 10 ccm dieser verdünnten Lösung und Ersetzen derselben durch destillirtes Wasser.

Da das Telephon, besonders bei den unverdünnten Lösungen, kein scharfes Minimum gab, so wurden zwei naheliegende Punkte, an welchen der Ton gleich deutlich zu steigen begann, ermittelt, und die Mitte zwischen diesen beiden Punkten wurde als der gesuchte Ort genommen.

Eine Konstante k für die im Bier enthaltenen Salze und Säuren, wie sie Ostwald für Säuren und Salze feststellte, konnte man hier nicht berechnen, da die im Bier vorkommenden nicht ein einheitlicher Körper, sondern verschieden zusammengesetzt sind und man so für k verschiedene Werthe bekommen würde. Ausserdem ist auch das Volumen v, welches angibt, dass ein Liter ein Gramm-Molekül gelöst enthält, für jedes dieser Säuren und Salze nicht einheitlich, sondern verschieden. Um nun doch einen Anhaltspunkt zu haben, wurde die Leitfähigkeit dieser Substanzen in Vergleich gestellt mit der Leitfähigkeit einer Lösung von bekanntem Gehalt und zwar von $^1/_{50}$ Chlorkaliumlösung. Darnach berechnete man dann die specifische Leitfähigkeit der im Bier enthaltenen Salze und Säuren und hieraus nun diejenige Menge Asche, welche einer $^1/_{50}$ KCl Leitungseinheit entspricht.

Die Leitfähigkeit der $^1/_{50}$ KCl-Lösung wurde alle paar Tage frisch bestimmt.

Die Ausrechnung geschah nach der Formel:

$$A = \frac{v \cdot \frac{a}{b} \cdot w_1}{\frac{a^1}{b^1} \cdot w} \text{ und } \frac{E = \text{Asche } \%}{A}$$

wobei:

A = specifische Leitfähigkeit,
v = angewandte Verdünnung,
$\frac{a}{b}$ = der Messbrücke beim Bier,
$\frac{a^1}{b^1}$ = der Messbrücke bei $^1/_{50}$ KCl,
w^1 = bei $^1/_{50}$ KCl-Lösung angewandter Widerstand,
w = beim Bier angewandter Widerstand.
E = diejenige Menge Asche, welche einer $^1/_{50}$ KCl Leitungseinheit entspricht.

Die Verhältnisszahlen $\frac{a}{b}$ wurden in der von Ostwald[1]) veröffentlichten Tabelle abgelesen.

Um auch sicher zu sein, dass das zu den Verdünnungen benutzte Wasser rein sei, wurde dessen Leitfähigkeit bestimmt. Sie betrug bei w = 2000, a = 55, einige Wochen später bei demselben Widerstande a = 59. Dies gibt $\frac{a}{b}$ 0,0582, was mit $^1/_{50}$ KCl bei 100 w $\left(\frac{\alpha}{\beta} = 2{,}425\right)$ verglichen, für dieses Wasser $A = \frac{0{,}0582 \cdot 100}{2{,}425 \cdot 2000} = 0{,}0012$ beträgt, welch äusserst geringe Leitfähigkeit vollständig vernachlässigt werden konnte.

Bei den folgenden Tabellen setze ich jeder Versuchsreihe die Leitfähigkeit der $^1/_{50}$ KCl-Lösung, welche in Vergleich gezogen wurde, voran.

Die Tabellen sollen die Leitfähigkeit normaler Biere im alkoholhaltigen, als auch alkoholfreiem Zustande veranschaulichen.

[1]) Hülfsbuch physico-chemischer Messungen, 1893.

Hellwig's Bier (Erlangen).

Asche 0,226 %.

$^1/_{50}$ KCl.

w.	a.	a : b.
10	197	0,2453
20	328	0,4881
30	423	0,7331
40	490	0,9608
50	547	1,208
60	592	1,451
70	629	1,695
80	659	1,933
90	685	2,175
100	708	2,425

Bier, wie es ist.

v.	w.	a^I.	a^{II}.	a : b.
1.	20	227	228	0,2937
	40	370	371	0,5873
	100	596	595	1,475
2.	40	267	268	0,3643
	100	475	475	0,9048
	160	592	591	1,451
4.	100	341	340	0,5175
	160	452	450	0,8248
	240	555	555	1,247

v = 1.

w.	w^1.	A.	E.
20	40	0,611	0,369
20	60	0,607	0,372
20	80	0,607	0,372
40	40	0,610	0,370
40	80	0,612	0,369
40	50	0,608	0,371

v = 2.

w.	w^1.	A.	E.
40	80	0,753	0,300
40	60	0,753	0,300
100	50	0,749	0,300
100	80	0,748	0,302
160	80	0,750	0,300
160	60	0,750	0,300

v = 4.

w.	w^1.	A.	E.
100	50	0,856	0,264
100	80	0,856	0,264
160	70	0,851	0,264
160	80	0,853	0,264
240	60	0,859	0,262
240	80	0,860	0,262

Wir sehen, dass die Zahl A bei jeder Verdünnung immer grösser wird, und findet dies in der Thatsache seine Begründung, dass die Leitfähigkeit der alkoholischen Lösungen mit steigender Verdünnung stets zunimmt.

Kohlensäurefrei.

$^1/_{50}$ KCl.

w.	a.	a : b.
10	200	0,2500
20	329	0,4903
30	425	0,7391
40	492	0,9685
50	548	1,212
60	593	1,457
70	630	1,703
80	660	1,941
90	686	2,185
100	708	2,425

v.	w.	a^I.	a^{II}.	a : b.
1.	20	249	251	0,3316
	40	394	395	0,6502
	100	617	619	1,611
2.	40	282	284	0,3928
	100	493	496	0,9724
	160	610	614	1,564
4.	100	358	360	0,5576
	160	473	474	0,8975
	240	572	573	1,336

v = 1.

w.	w¹.	A.	E.
20	40	0,684	0,330
20	60	0,682	0,331
40	40	0,671	0,336
40	50	0,670	0,337
100	100	0,664	0,340
100	90	0,663	0,340

v = 2.

w.	w¹.	A.	E.
40	80	0,809	0,278
40	70	0,807	0,280
100	50	0,802	0,280
100	60	0,800	0,282
160	80	0,805	0,280
160	40	0,807	0,280

v = 4.

w.	w¹.	A.	E.
100	50	0,920	0,245
100	60	0,918	0,246
160	80	0,924	0,244
160	60	0,923	0,244
240	80	0,917	0,246
240	40	0,919	0,245

Alkoholfrei.

$^1/_{50}$ KCl.

w.	a.	a : b.
10	182	0,2225
20	311	0,4514
30	400	0,6667
40	471	0,8904
50	527	1,114
60	572	1,336
70	610	1,564
80	642	1,793
90	668	2,012
100	692	2,247

v.	w.	a^I.	a^{II}.	a : b.
1.	20	237	238	0,3106
	40	389	388	0,6367
	100	611	610	1,571
2.	40	265	267	0,3605
	100	477	478	0,9121
	160	596	597	1,475
4.	100	344	343	0,5244
	160	453	453	0,8282
	240	557	556	1,257

v = 1.

w.	w¹.	A.	E.
20	40	0,697	0,324
20	80	0,692	0,326
40	80	0,710	0,318
40	90	0,712	0,317
100	50	0,705	0,320
100	60	0,705	0,320

v = 2

w.	w¹.	A.	E.
40	20	0,798	0,282
40	40	0,809	0,278
100	50	0,818	0,276
100	70	0,816	0,276
160	80	0,822	0,274
160	100	0,820	0,274

v = 4.

w.	w¹.	A.	E.
100	50	0,941	0,240
100	80	0,935	0,241
160	80	0,923	0,244
160	40	0,930	0,249
240	60	0,940	0,240
240	80	0,934	0,241

Hier ist die Zahl A bedeutend grösser, und infolgedessen E kleiner, als beim Bier selbst. Es ist dies leicht mit der Abwesenheit des Alkohols zu erklären, denn setzt man zu einer Flüssigkeit einen Nichtleiter — und Alkohol ist ja ein solcher — so wird die Leitfähigkeit derselben erheblich vermindert.

Aschenchloride.

Asche = 232 %.

1/50 KCl.

w.	a.	a : b.
10	182	0,2225
20	311	0,4514
30	400	0,6667
40	471	0,8904
50	527	1,114
60	572	1,336
70	610	1,564
80	642	1,793
90	668	2,012
100	692	2,247

v.	w.	a^{I}.	a^{II}.	a : b.
1.	20	175	171	0,2121
	40	297	293	0,4225
	100	515	512	1,062
2.	50	210	211	0,2658
	100	350	350	0,5385
	160	465	464	0,8692
4.	160	325	323	0,4815
	240	422	423	0,7301
	320	493	491	0,9724

v = 1.

w.	w^{1}.	A.	E.
20	40	0,476	0,487
20	60	0,476	0,487
40	80	0,477	0,486
40	60	0,474	0,489
100	80	0,476	0,487
100	70	0,475	0,488

v = 2.

w.	w^{1}.	A.	E.
50	100	0,473	0,490
50	80	0,474	0,488
100	50	0,483	0,480
100	40	0,483	0,480
160	80	0,484	0,478
160	100	0,483	0,480

v = 4.

w.	w^{1}.	A.	E.
160	40	0,540	0,429
160	80	0,537	0,431
240	60	0,546	0,424
240	30	0,547	0,424
320	80	0,542	0,428
320	40	0,546	0,424

Aschensulfate.

Asche = 0,244 %.

1/50 KCl.

w.	a.	a : b.
10	182	0,2225
20	311	0,4514
30	400	0,6667
40	471	0,8904
50	527	1,114
60	572	1,336
70	610	1,564
80	642	1,793
90	668	2,012
100	692	2,247

v.	w.	a^{I}.	a^{II}.	a : b.
1.	20	213	213	0,2707
	40	356	357	0,5528
	100	581	580	1,387
2.	40	228	229	0,2953
	100	428	428	0,7483
	160	543	541	1,188
4.	60	195	194	0,2422
	100	287	288	0,4025
	160	393	393	0,6475

v = 1.				v = 2.				v = 4.			
w.	w^1.	A.	E.	w.	w^1.	A.	E.	w.	w^1.	A.	E.
20	40	0,608	0,401	40	80	0,658	0,370	60	30	0,726	0,336
20	60	0,607	0,401	40	60	0,663	0,368	60	40	0,726	0,336
40	80	0,616	0,396	100	50	0,671	0,362	100	50	0,722	0,337
40	20	0,612	0,398	100	60	0,672	0,362	100	60	0,723	0,337
100	20	0,614	0,397	160	80	0,662	0,368	160	80	0,722	0,337
100	60	0,622	0,392	160	60	0,666	0,366	160	40	0,727	0,335

Die Aschenchloride resp. Aschensulfate wurden so hergestellt, dass die aus 50 ccm Bier erhaltene Asche mehreremale mit Chlorammonium resp. conc. Schwefelsäure abgedampft, die Asche gewogen und nun wieder zum ursprünglichen Volumen von 50 ccm mit Wasser aufgelöst wurde.

Die Zahl A ist hier kleiner, als beim Bier selbst. Es leiten aber auch hier nur die in Lösung befindlichen Chloride resp. Sulfate, während beim Bier doch noch Säure zugegen ist. Auch bei den Sulfaten ist A grösser, als bei den Chloriden; es mag dies davon herrühren, dass mehr Salze in Sulfate, als in Chloride umgewandelt wurden.

Niklas' Bier (Erlangen).
Asche 0,252 %.

$^1/_{50}$ KCl.

w.	a.	a : b.
10	200	0,2500
20	329	0,4903
30	425	0,7391
40	492	0,9685
50	548	1,212
60	593	1,457
70	630	1,703
80	660	1,941
90	686	2,185
100	708	2,425

v.	w.	a^I.	a^{II}.	a : b.
1.	20	236	238	0,3123
	40	388	386	0,6340
	100	610	609	1,564
2.	40	279	280	0,387
	100	491	491	0,9646
	160	608	610	1,551
4.	100	358	359	0.5576
	160	473	473	0,8975
	240	572	574	1.336

v = 1.				v = 2.				v = 4.			
w.	w^1.	A.	E.	w.	w^1.	A.	E.	w.	w^1.	A.	E.
20	40	0,644	0,391	40	80	0,797	0,316	100	50	0,920	0,273
20	60	0,643	0,391	40	60	0,796	0,316	100	40	0,921	0,273
40	80	0,653	0,385	100	50	0,795	0,316	160	80	0,924	0,272
40	50	0,653	0,385	100	40	0,796	0,316	160	60	0,923	0,273
100	50	0,645	0,390	160	80	0,799	0,315	240	80	0,917	0,274
100	70	0,642	0,392	160	70	0,796	0,315	240	60	0,917	0,274

Kohlensäurefrei.

$^1/_{50}$ KCl.

w.	a.	a : b.
10	200	0,2500
20	329	0,4903
30	425	0,7391
40	492	0,9685
50	548	1,212
60	593	1,457
70	630	1,703
80	660	1,941
90	686	2,185
100	708	2,425

v.	w.	a^I.	a^{II}.	a : b.
1.	20	252	250	0,3369
	40	400	398	0,6667
	100	623	620	1,653
2.	40	290	288	0,4085
	100	501	499	1,004
	160	618	616	1,618
4.	100	364	366	0,5723
	160	479	480	0,9194
	240	580	580	1,381

v = 1.

w.	w^1.	A.	E.
20	40	0,695	0,362
20	60	0,694	0,363
40	80	0,686	0,367
40	60	0,686	0,367
100	50	0,681	0,370
100	60	0,680	0,370

v = 2.

w.	w^1.	A.	E.
40	20	0,833	0,302
40	30	0,829	0,303
100	50	0,828	0,304
100	60	0,826	0,305
160	80	0,833	0,302
160	40	0,835	0,301

v = 4.

w.	w^1.	A.	E.
100	50	0,944	0,266
100	60	0,942	0,267
160	80	0,947	0,266
160	40	0,949	0,265
240	60	0,947	0,266
240	100	0,949	0,265

Alkoholfrei.

$^1/_{50}$ KCl.

w.	a.	a : b.
10	182	0,2225
20	311	0,4514
30	400	0,6667
40	471	0,8904
50	527	1,114
60	572	1,336
70	610	1,564
80	642	1,793
90	668	2,012
100	692	2,247

v.	w.	a^I.	a^{II}.	a : b.
1.	20	263	261	0,3569
	40	416	415	0,7123
	100	640	640	1,778
2.	40	279	277	0,387
	100	498	498	0,992
	160	617	616	1,611
4.	100	357	357	0,5552
	160	468	469	0,8797
	240	570	570	1,326

v = 1.

w.	w¹.	A.	E.
20	40	0,801	0,314
20	60	0,801	0,314
40	80	0,794	0,317
40	90	0,796	0,316
100	50	0,798	0,315
100	70	0,795	0,316

v = 2.

w.	w¹.	A.	E.
40	20	0,857	0,294
40	50	0,868	0,290
100	50	0,890	0,283
100	60	0,891	0,283
160	80	0,898	0,280
160	100	0,896	0,281

v = 4.

w.	w¹.	A.	E.
100	50	0,996	0,253
100	60	0,997	0,252
160	80	0,981	0,256
160	40	0,987	0,255
240	60	0,992	0,254
240	80	0,986	0,255

Aschenchloride.

Asche 0,258 %.

1/50 KCl.

w.	a.	a : b.
10	182	0,2225
20	311	0,4514
30	400	0,6667
40	471	0,8904
50	527	1,114
60	572	1,336
70	610	1,564
80	642	1,793
90	668	2,012
100	692	2,247

v.	w.	a^{I}.	a^{II}.	a : b.
1.	20	153	152	0,1806
	40	263	263	0,3569
	100	476	474	0,9084
2.	50	190	189	0,2346
	100	324	324	0,4793
	160	433	433	0,7637
4.	160	294	292	0,4164
	240	386	385	0,6287
	320	454	454	0,8315

v = 1.

w.	w¹.	A.	E.
20	40	0,405	0,637
20	60	0,405	0,637
40	80	0,398	0,648
40	70	0,399	0,648
100	50	0,407	0,633
100	20	0,402	0,641

v = 2.

w.	w¹.	A.	E.
50	40	0,421	0,612
50	30	0,422	0,612
100	80	0,427	0,604
100	90	0,428	0,602
160	80	0,425	0,607
160	60	0,428	0,602

v = 4.

w.	w¹.	A.	E.
160	40	0,467	0,552
160	80	0,464	0,556
240	60	0,470	0,548
240	80	0,467	0,552
320	80	0,463	0,557
320	40	0,466	0,553

Aschensulfate.

Asche 0,266 %.

$^1/_{50}$ KCl.

w.	a.	a : b.
10	182	0,2225
20	311	0,4514
30	400	0,6667
40	471	0,8904
50	527	1,114
60	572	1,336
70	610	1,564
80	642	1,793
90	668	2,012
100	692	2,247

v.	w.	a^I.	a^{II}.	a : b.
1.	20	231	233	0,3004
	40	375	376	0,6000
	100	599	600	1,494
2.	40	243	243	0,321
	100	449	449	0,8149
	160	563	565	1,288
4.	60	208	209	0,2626
	100	303	304	0,4347
	160	413	413	0,7036

v = 1.

w.	w^1.	A.	E.
20	40	0,674	0,394
20	60	0,674	0,394
40	80	0,669	0,397
40	70	0,671	0,396
100	50	0,670	0,397
100	60	0,670	0,397

v = 2.

w.	w^1.	A.	E.
40	80	0,716	0,371
40	60	0,721	0,368
100	80	0,727	0,365
100	70	0,729	0,365
160	80	0,718	0,370
160	40	0,724	0,368

v = 4.

w.	w^1.	A.	E.
60	30	0,787	0,337
60	40	0,786	0,338
100	50	0,780	0,341
100	60	0,780	0,341
160	80	0,784	0,339
160	70	0,787	0,337

Hier trifft das Gleiche zu, was beim vorigen Bier erwähnt wurde.

Lichtenhainer Bier.

Asche 0,148 %.

$^1/_{50}$ KCl.

w.	a.	a : b.
10	191	0,2361
20	316	0,462
30	408	0,6892
40	479	0,9194
50	535	0,151
60	581	1,387
70	620	1,632
80	646	1,825
90	673	2,058
100	695	2,279

Bier wie es ist.

v.	w.	a^I.	a^{II}.	a : b.
1.	20	244	246	0.3228
	40	398	398	0,6611
	100	622	622	1.646
2.	40	285	286	0,3986
	80	446	447	0 8051
	120	547	547	1.208
4.	60	260	261	0,3514
	100	372	372	0,5924
	160	487	487	0,9493

v = 1.

w.	w¹.	A.	E.
20	40	0,702	0,210
20	60	0,698	0,212
40	20	0,715	0,206
40	30	0,719	0,205
100	50	0,715	0,206
100	20	0,712	0,207

v = 2.

w.	w¹.	A.	E.
40	20	0,862	0,171
40	30	0,867	0,170
80	40	0,875	0,169
80	50	0,874	0,169
120	60	0,870	0,170
120	40	0,875	0,169

v = 4.

w.	w¹.	A.	E.
60	30	1,01	0,146
60	40	1,01	0,146
100	50	1,02	0,145
100	60	1,02	0,145
160	40	1,03	0,143
160	80	1,04	0,143

Kohlensäurefrei.

$^1/_{50}$ KCl.

w.	a.	a : b.
10	191	0,2361
20	316	0,462
30	408	0,6892
40	479	0,9194
50	535	1,151
60	581	1,387
70	620	1,632
80	646	1,825
90	673	2,058
100	695	2,279

v.	w.	aI.	aII.	a : b.
1.	20	251	252	0,3351
	40	404	404	0,6779
	100	628	628	1,688
2.	40	286	286	0,4006
	80	446	446	0,8051
	120	547	547	2,208
4.	60	260	260	0,3514
	100	370	370	0,5873
	160	485	485	0,9418

v = 1.

w.	w¹.	A.	E.
20	40	0,728	0,203
20	60	0,724	0,204
40	20	0,733	0,201
40	30	0,737	0,200
100	50	0,733	0,201
100	60	0,730	0,202

Die übrigen Verdünnungen v = 2 und v = 4 sind gleich denselben Verdünnungen beim ursprünglichen Bier.

Alkoholfrei.

$^1/_{50}$ KCl.

w.	a.	a : b.
10	191	0,2361
20	316	0,462
30	408	0,6892
40	479	0,9194
50	535	1,151
60	581	1,387
70	620	1,632
80	646	1,825
90	673	2,058
100	695	2,279

v.	w.	a^I.	a^{II}.	a : b.
1.	20	271	272	0,3717
	40	426	427	0,7422
	100	648	648	1,841
2.	40	298	298	0,4245
	80	458	458	0,845
	120	559	558	1,268
4.	60	261	261	0,3532
	100	373	373	0,5949
	160	488	488	0,9531

v = 1.

w.	w^1.	A.	E.
20	40	0,808	0,183
20	60	0,804	0,184
40	20	0,803	0,184
40	30	0,807	0,183
100	50	0,799	0,185
100	20	0,796	0,185

v = 2.

w.	w^1.	A.	E.
40	20	0,918	0,161
40	60	0,918	0,161
80	40	0,919	0,161
80	50	0,917	0,161
120	60	0,914	0,161
120	40	0,919	0,161

Die Verdünnung v = 4 ist gleich derselben Verdünnung beim ursprünglichen Bier.

Aschenchloride.

Asche 0,150 %.

$^1/_{50}$ KCl.

w.	a.	a : b.
10	191	0,2361
20	316	0,462
30	408	0,6892
40	479	0,9194
50	535	1,151
60	581	1,387
70	620	1,632
80	646	1,825
90	673	2,058
100	695	2,279

v.	w.	a^I.	a^{II}.	a : b.
1.	20	137	137	0,1588
	40	240	241	0,3158
	100	443	442	0,7953
2.	50	171	171	0,2063
	100	291	290	0,4104
	160	397	397	0,6584
4.	100	177	177	0,2151
	200	300	300	0,4286
	300	391	391	0,642

v = 1.

w.	w^1.	A.	E.
20	40	0,345	0,434
20	30	0,345	0,434
40	20	0,341	0,439
40	50	0,342	0,438
100	50	0,345	0,434
100	60	0,344	0,436

v = 2.

w.	w^1.	A.	E.
50	100	0,362	0,414
50	80	0,361	0,415
100	50	0,356	0,421
100	60	0,355	0,422
160	80	0,360	0,416
160	40	0,358	0,418

v = 4.

w.	w^1.	A.	E.
100	50	0,373	0,402
100	80	0,377	0,397
200	50	0,372	0,403
200	100	0,376	0,398
300	50	0,371	0,404
300	60	0,370	0,405

Aschensulfate.

Asche 0,186 %.

$^1/_{50}$ KCl.

w.	a.	a : b.
10	191	0,2361
20	316	0,462
30	408	0,6892
40	479	0,9194
50	535	1,151
60	581	1,387
70	620	1,632
80	646	1,825
90	673	2,058
100	695	2,279

v.	w.	a^I.	a^{II}.	a : b.
1.	20	212	212	0,269
	40	354	355	0,548
	100	574	574	1,347
2.	40	225	224	0,2903
	80	363	363	0,5699
	160	533	533	1,141
4.	80	233	234	0,3038
	160	380	380	0,6129
	240	478	478	0,9157

v = 1.

w.	w^1.	A.	E.
20	40	0,585	0,317
20	60	0,581	0,320
40	20	0,593	0,313
40	60	0,592	0,314
100	50	0,585	0,317
100	40	0,586	0,317

v = 2.

w.	w^1.	A.	E.
40	20	0,628	0,296
40	60	0,627	0,296
80	40	0,619	0,300
80	20	0,616	0,301
160	80	0,625	0,297
160	40	0,620	0,300

v = 4.

w.	w^1.	A.	E.
80	40	0,660	0,281
80	20	0,657	0,283
160	40	0,666	0,279
160	60	0,662	0,280
240	60	0,660	0,281
240	50	0,662	0,280

Beim Lichtenhainer treten dieselben Erscheinungen zu Tage, wie bei den anderen Bieren. Obwohl dieses Bier wenig Aschebestandtheile und demzufolge wenig Salze enthält, so ist doch beim Biere selbst die Zahl A grösser, als bei den vorerwähnten Bieren. Es ist dies auf den hohen Gehalt an Säure, sowie auf die geringe Menge Alkohol, welche die Leitfähigkeit nicht so bedeutend herabdrückt, zurückzuführen.

Es wurden nun noch von verschiedenen Bieren, sowohl im alkoholhaltigen, als auch im alkoholfreien Zustande ein

Theil mit 1 % phosphorsaurem Natron versetzt, bei einem anderen Theil die Säure mit Magnesia neutralisirt und nun von diesen so hergerichteten Bieren die Leitfähigkeit bestimmt, um feststellen zu können, ob die spec. Leitfähigkeit, also die Zahl A, durch diese Zusätze erheblich gesteigert würde. Einige Biere wurden anstatt mit phosphorsaurem Natron mit 0,5 und 0,25 % Chlornatrium versetzt.

Die Resultate waren folgende:

Niklas' Bier.

Alkoholhaltig.

$^1/_{50}$ KCl.

w.	a.	a : b.
10	237	0,3106
20	382	0,6181
30	482	0,9305
40	550	1,222
50	604	1,525
60	646	1,825
70	682	2,145
80	709	2,436
90	732	2,731
100	752	3,032

I. Bier wie es ist.

v.	w.	a^I.	a^{II}.	a : b.
1.	20	285	286	0,3986
	40	444	444	0,7986
	60	544	544	1,193

II. Mit 1 % phosphors. Natron.

v.	w.	a^I.	a^{II}.	a : b.
1.	20	495	495	0,9802
	40	657	658	1,915
	60	742	742	2,876

III. Neutralisirt.

v.	w.	a^I.	a^{II}.	a : b.
1.	20	380	381	0,6129
	40	548	547	1,212
	60	640	640	1,778

I.

w.	w^1.	A.
20	40	0,652
20	60	0,655
40	80	0,655
40	60	0,656
60	80	0,652
60	90	0,655
		0,654

II.

w.	w^1.	A.
20	60	1,611
20	40	1,604
40	60	1,574
40	80	1,572
60	90	1,579
60	100	1,580
		1,587

III.

w.	w^1.	A.
20	60	1,007
20	100	1,010
40	80	0,995
40	100	0,999
60	90	0,976
60	100	0,977
		0,996

Alkoholfrei.

I. Bier, wie es ist.

v.	w.	a^I.	a^{II}.	a : b.
1.	20	318	319	0,4663
	40	490	491	0,9608
	60	578	579	1,370

II. Mit phosphorsaurem Natron.

v.	w.	a^I.	a^{II}.	a : b.
1.	20	515	515	1,062
	40	680	681	2,125
	60	755	755	3,082

III. Neutralisirt.

v.	w.	a^I.	a^{II}.	a : b.
1.	20	348	348	0,5337
	40	511	512	1,045
	60	605	605	1,532

I.

w.	w^1.	A.
20	40	0,763
20	60	0,766
40	80	0,788
40	60	0,789
60	80	0,749
60	100	0,753
		0,768

II.

w.	w^1.	A.
20	60	1,745
20	80	1,743
40	60	1,746
40	80	1,744
60	90	1,692
60	100	1,694
		1,727

III.

w.	w^1.	A.
20	60	0,877
20	100	0,880
40	80	0,858
40	100	0,861
60	90	0,841
60	100	0,842
		0,860

Burgfarrnbacher Weissbier.

Alkoholhaltig.

I. Bier, wie es ist.

v.	w.	a^I.	a^{II}.	a : b.
1.	20	298	299	0,4245
	40	460	459	0,8519
	60	552	552	1,232

II. Mit phosphorsaurem Natron.

v.	w.	a^I.	a^{II}.	a : b.
1.	20	486	487	0,9455
	40	646	645	1,825
	60	729	729	2,690

III. Neutralisirt.

v.	w.	a^I.	a^{II}.	a : b.
1.	20	399	399	0,6639
	40	565	566	1,299
	60	659	659	1,933

I.

w.	w^1.	A.
20	40	0,694
20	60	0,697
40	80	0,699
40	60	0,700
60	80	0,674
60	90	0,676
		0,690

II.

w.	w^1.	A.
20	60	1,554
20	40	1,547
40	60	1,500
40	80	1,500
60	90	1,477
60	100	1,478
		1,509

III.

w.	w^1.	A.
20	60	1,091
20	100	1,094
40	80	1,067
40	100	1,071
60	90	1,061
60	100	1,062
		1,074

Alkoholfrei.

I. Bier, wie es ist.

v.	w.	a^I	a^{II}	a : b.
1.	20	366	365	0,5773
	40	533	533	1,141
	60	627	627	1,681

II. Mit phosphorsaurem Natron.

v.	w.	a^I	a^{II}	a : b.
1.	20	502	501	1,008
	40	672	673	2,049
	60	752	752	3,032

III. Neutralisirt.

v.	w.	a^I	a^{II}	a : b.
1.	20	400	399	0,6667
	40	565	565	1,299
	60	659	659	1,933

I.

w.	w^1.	A.
20	40	0,944
20	60	0,948
40	80	0,936
40	70	0,930
60	80	0,920
60	100	0,924
		0,934

II.

w.	w^1.	A.
20	60	1,657
20	80	1,655
40	70	1,671
40	80	1,681
60	90	1,665
60	100	1,666
		1,666

III.

w.	w^1.	A.
20	60	1,095
20	100	1,099
40	80	1,066
40	100	1,071
60	90	1,061
60	100	1,062
		1,076

Lichtenhainer.

Alkoholhaltig.

$^1/_{50}$ KCl.

w.	a.	a : b.
10	224	0,2887
20	361	0,5650
30	465	0,8692
40	539	1,169
50	594	1,463
60	636	1,747
70	671	2,040
80	701	2,344
90	726	2,650
100	746	2,937

I. Bier, wie es ist.

v.	w.	a^I	a^{II}	a : b.
1.	20	268	267	0,3661
	40	419	419	0,7212
	60	518	517	1,075

II. Mit 0,5 % Chlornatrium.

v.	w.	a^I	a^{II}	a : b.
1.	20	635	635	1,740
	40	781	780	3,566
	60	846	846	5,494

III. Neutralisirt.

v.	w.	a^I	a^{II}	a : b.
1.	20	389	388	0,6367
	40	557	556	1,257
	60	651	651	1,865

I.

w.	w^1.	A.
20	40	0,626
20	60	0,628
40	80	0,615
40	60	0,619
60	30	0,618
60	40	0,613
		0,620

II.

w.	w^1.	A.
20	80	2,969
20	40	2,976
40	80	3,042
40	40	3,050
60	90	3,109
60	100	3,117
		3,044

III.

w.	w^1.	A.
20	40	1,089
20	60	1,093
40	80	1,072
40	100	1,069
60	90	1,053
60	60	1,067
		1,074

Alkoholfrei.

I. Bier, wie es ist.

v.	w.	a^I	a^{II}	a : b.
1.	20	281	282	0,3908
	40	440	440	0,7857
	60	540	540	1,174

II. Mit 0,25 % Chlornatrium.

v.	w.	a^I	a^{II}	a : b.
1.	20	553	552	1,237
	40	710	710	2,448
	60	786	785	3,673

III. Neutralisirt.

v.	w.	$a^{I.}$	$a^{II.}$	a : b.
1.	20	358	359	0,5576
	40	529	528	1,123
	60	627	627	1,681

I.

w.	w^1.	A.
20	40	0,668
20	30	0,674
40	80	0,670
40	40	0,672
60	90	0,664
60	100	0,666
		0,669

II.

w.	w^1.	A.
20	40	2,116
20	60	2,124
40	80	2,088
40	40	2,094
60	90	2,079
60	60	2,102
		2,100

III.

w.	w^1.	A.
20	40	0,953
20	60	0,957
40	80	0,958
40	100	0,955
60	90	0,951
60	100	0,953
		0,954

Berliner Weisse.

Alkoholhaltig.

I. Bier, wie es ist.

v.	w.	a^I	a^{II}	a : b.
1.	20	181	182	0,2210
	40	304	304	0,4368
	60	396	396	0,6556

II. Mit 0,25 % Chlornatrium.

v.	w.	a^I	a^{II}.	a : b.
1.	20	495	495	0,9802
	40	660	661	1,941
	60	740	740	2,846

III. Neutralisirt.

v.	w.	$a^{I.}$	$a^{II.}$	a : b.
1.	20	452	452	0,8248
	40	622	620	1,646
	60	709	709	2,436

I.

w.	w^1.	A.
20	40	0,378
20	60	0,379
40	80	0,372
40	100	0,371
60	90	0,371
60	60	0,375
		0,374

II.

w.	w^1.	A.
20	80	1,672
20	40	1,677
40	100	1,652
40	80	1,656
60	30	1,637
60	20	1,679
		1,662

III.

w.	w^1.	A.
20	40	1,411
20	60	1,416
40	80	1,404
40	60	1,413
60	30	1,401
60	10	1,406
		1,408

Alkoholfrei.

I. Bier, wie es ist.

v.	w.	a^I	a^{II}	a : b.
1.	20	212	211	0,2690
	40	342	342	0,5198
	60	433	433	0,7637

II. Mit 0,25 % Chlornatrium.

v.	w.	a^I	a^{II}	a : b.
1.	20	504	503	1,016
	40	667	668	2,003
	60	747	747	2,953

III. Neutralisirt.

v.	w.	a^I	a^{II}	a : b.
1.	20	321	320	0,4728
	40	486	487	0,9455
	60	576	576	1,358

I.

w.	w^1.	A.
20	40	0,460
20	80	0,459
40	100	0,442
40	40	0,444
60	80	0,434
60	30	0,439
		0,449

II.

w.	w^1.	A.
20	100	1,729
20	60	1,744
40	40	1,713
40	50	1,711
60	30	1,698
60	60	1,690
		1,714

III.

w.	w^1.	A.
20	40	0,808
20	60	0,811
40	80	0,806
40	100	0,804
60	20	0,801
60	10	0,783
		0,802

Wir sehen, dass sowohl nach Zusatz von phosporsaurem Natron oder Chlornatrium, als auch durch Neutralisation der Säure mit Magnesia die spec. Leitfähigkeit sehr vermehrt wird. Es ist uns also dadurch die Möglichkeit gegeben, mit Hilfe der electrischen Leitfähigkeit sofort bei einem Bier Zusätze von Salzen oder Säuren zu constatiren. Ist nämlich bei einem Bier die spec. Leitfähigkeit eine sehr grosse, so kann man mit Bestimmtheit behaupten, dass das Bier entweder schon an und für sich relativ viel Säure enthielt, oder, dass es sauer war und zur Abstumpfung der Säure Zusätze erhalten hat. Es wäre dies dann für den betreffenden Chemiker ein Fingerzeig, dass er das Bier einer eingehenden Analyse zu unterwerfen hätte.

Um das Gesagte noch genauer bestätigt zu erhalten, wurde Niklas' Bier, das durch mehrtägiges offenes Stehenlassen sauer wurde (0,3195 % Säure), wie die vorerwähnten Biere behandelt und bei einem ganz sauren Bier (0,495 % Säure) die Säure mit Magnesia neutralisirt und die Leitfähigkeit

bestimmt. Bei beiden Bieren, besonders aber bei dem stark sauren, war die specifische Leitfähigkeit eine sehr hohe. Die Resultate mögen dies veranschaulichen.

Niklas' Bier (sauer).

Alkoholhaltig.

$^1/_{50}$ KCl.

w.	a.	a : b.
10	230	0,2987
20	367	0,5798
30	458	0,8450
40	529	1,123
50	588	1,427
60	632	1,717
70	668	2,012
80	698	2,311
90	724	2,623
100	746	2,937

I. Bier, wie es ist.

v.	w.	$a^{I.}$	$a^{II.}$	a : b.
1.	20	297	296	0,4225
	40	454	454	0,8315
	60	547	547	1,208

II. Mit 0,5% phosphors. Natron.

v.	w.	$a^{I.}$	$a^{II.}$	a : b.
1.	20	479	478	0,9194
	40	641	640	1,786
	60	728	728	2,676

III. Neutralisirt.

v.	w.	$a^{I.}$	$a^{II.}$	a : b.
1.	20	381	381	0,6155
	40	545	544	1,198
	60	643	643	1,801

I.

w.	w^1.	A.
20	40	0,752
20	60	0,738
40	80	0,719
40	60	0,726
60	80	0,697
60	90	0,690
		0,720

II.

w.	w^1.	A.
20	60	1,606
20	40	1,637
40	30	1,585
40	40	1,590
60	30	1,583
60	40	1,588
		1,598

III.

w.	w^1.	A.
20	60	1,075
20	100	1,041
40	80	1,036
40	100	1,020
60	90	1,029
60	100	1,022
		1,037

Alkoholfrei.

I. Bier, wie es ist.

v.	w.	$a^{I.}$	$a^{II.}$	a : b.
1.	20	307	306	0,4430
	40	482	482	0,9305
	60	577	577	1,364

II. Mit phosphorsaurem Natron.

v.	w.	$a^{I.}$	$a^{II.}$	a : b.
1.	20	513	514	1,053
	40	675	676	2,077
	60	749	749	2,984

III. Neutralisirt.

v.	w.	a^{I}	a^{II}	a : b.
1.	20	348	349	0,5337
	40	509	508	1,037
	60	607	608	1,545

I.

w.	w^{1}.	A.
20	40	0,789
20	60	0,774
40	80	0,805
40	100	0,792
60	80	0,786
60	100	0,774
		0,787

II.

w.	w^{1}.	A.
20	40	1,875
20	30	1,869
40	40	1,849
40	30	1,843
60	30	1,765
60	60	1,737
		1,823

III.

w.	w^{1}.	A.
20	40	0,950
20	60	0,932
40	60	0,905
40	70	0,901
60	30	0,914
60	40	0,917
		0,920

Saures Bier.

Alkoholhaltig

$^{1}/_{50}$ KCl.

w.	a.	a : b.
10	237	0,3106
20	382	0,6181
30	482	0,9305
40	550	1,222
50	604	1,525
60	646	1,825
70	682	2,145
80	709	2,436
90	732	2,731
100	752	3,032

I. Bier, wie es ist.

v.	w.	a^{I}	a^{II}	a : b.
1.	20	400	399	0,6667
	40	568	567	1,315
	60	665	665	1,985

II. Neutralisirt.

v.	w.	a^{I}	$a^{II.}$	a : b.
1.	20	512	511	1,049
	40	675	675	2,077
	60	756	756	3,098

I.

w.	w^1.	A.
20	40	1,091
20	60	1,095
40	80	1,079
40	60	1,080
60	80	1,086
60	90	1,090
		1,087

II.

w.	w^1.	A.
20	60	1.724
20	100	1.729
40	80	1.705
40	100	1.712
60	90	1.701
60	100	1.702
		1.712

Fassen wir zum Schlusse die Ergebnisse der gemachten Versuche ins Auge, so finden wir, dass die Gefriermethode ganz gut in der angewandten Chemie verwerthet werden kann. Die Alkoholbestimmung im Bier nach der Gefriermethode lässt sich leicht ausführen. Will man von irgend einem Bier den Alkoholgehalt bestimmen, so stellt man zuerst die Gesammterniedrigung dieses Bieres fest. Von dieser Gesammterniedrigung zieht man nun die dem Extrakt des betreffenden Bieres zukommende Erniedrigung und die bei diesem Bier auftretende Differenzerniedrigung ab, der Rest der Erniedrigung ist die durch den Alkohol bewirkte. Rechnet man nun diese nach der anfangs erwähnten Tabelle um, so erhält man den Alkohol in Gew.-Vol.-Procenten. Ist jedoch die Differenzerniedrigung nicht bekannt, so kann der Alhohol abdestillirt und im Destillat, wie mit dem spec. Gew., so mit der Gefriermethode bestimmt werden. Auch die Bestimmung der invertirbaren Stoffe (Maltose und Dextrin) nach dieser Methode ist vielleicht in manchen Fällen anwendbar. Die Bestimmung des mittleren Molekulargewichtes des Extraktes kann, neben der electrischen Leitfähigkeit zur Feststellung, von etwaigen einem Bier gemachten Zusätzen, benutzt werden.

Ehe diese Methoden praktische Verwendung finden können, bedürfen sie natürlich noch der weiteren Ausarbeitung. Vorliegende Arbeit hat nur in Kürze die Anwendbarkeit dieser Methoden überhaupt in der angewandten Chemie darlegen und eine Anregung sein sollen, dass in diesem Zweige der Chemie nach dieser Richtung hin ein Fortschritt möglich ist.